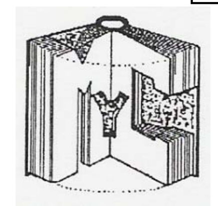
MATEMÁTICAS Y CULTURA



B O L E T Í N



23.09.2014 **No. 300**

COORDINACIÓN DE MATEMÁTICAS

MATEMÁTICAS **MATEMÁTICAS**

MECÁNICA, TERMODINÁMICA Y CÁLCULO VECTORIAL
Una para todas … todas para un ejemplo

1. **Contexto y marco teórico.**

Todo ingeniero que proyecta buen juicio e intuición ilustrada en su quehacer cotidiano y profesional tiene como base el buen *entendimiento interdisciplinar,* estos ingenieros siempre tendrán cabida en las sociedades del conocimiento.

Daniel Reséndiz Núñez, exdirector de nuestra Facultad de Ingeniería

El juicio anterior se empleará como eje fundamental para el desarrollo de este artículo. Tiene mucha cola que le pisen y sin duda puede ser objeto de ríspidas discusiones, en esta ocasión, lo mejor será entrarle parcialmente por el lado del *entendimiento interdisciplinar,* sin tocar lo de las sociedades inmersas en el conocimiento … ya se presentará otra ocasión para discutir este importante y singular tópico.

Antes de entrar en la temática que nos ocupa, lo primero que hay que dilucidar de manera muy somera el concepto de interdisciplinar: ¿qué significa y porqué urge ponerla en práctica? La interdisciplina es un conjunto de disciplinas conexas entre sí con relaciones definidas, a fin de que sus actividades no se produzcan en forma aislada, dispersa y fraccionada. Surge como una reacción contra la especialización, contra las ciencias básicas a migajas o fragmentadas, con el objeto desplazado de la ciencia.

La interdisciplina es considerada como un proceso dinámico, que busca proyectarse, con base en la integración de varias disciplinas, para la búsqueda de soluciones a problemas de investigación. La interdisiplinariedad, excluye la verticalidad del proceso de enseñanza unilateral de la ciencia o de todo conocimiento. La verticalidad del conocimiento es el proceso que está dado por cada especialidad o disciplina particular y es considerada como una forma de ver, acercarse, conocer, tratar el problema desde el punto de vista de una sola disciplina y no desde el punto de vista de integración disciplinar.



2. Un caso muy particular en nuestro entorno de la DCB.

La Mecánica como la Termodinámica son ramas de la ciencia pero también constituyen disciplinas, ya que se considera de manera implícita el sentido de entrenamiento o rigor adoptados para su enseñanza como ciencias básicas. Ambas poseen características tales como: objetivo general, objetivo formal, integración teórica, método, instrumento analítico y campos de aplicación; y algunas de estas características muchas veces son compartidas entre ellas. Sin embargo, estas dos disciplinas se diferencian según su grado de aplicación a casos o profesionales concretos y comparten un mismo apellido: puras o aplicadas. Luego, según los fines y metas que persigan, podrán aplicarse a muchos y diversos campos.

Se dice que una disciplina es *autónoma* cuando ha desarrollado su propio método o ruta que conduce al objeto formal de su estudio, es indudable que la Mecánica y la Termodinámica gozan de este privilegio (… o desgracia) ya que tienen su propio método o camino para aproximarse a su objetivo; sin embargo, las dos requieren para su desarrollo del mismo instrumento que las auxilia en el *derrotero del entendimiento,* este instrumento lo constituye otra disciplina de la cual se echa mano como estrategia lógica; es decir*, la forma* de razonamiento matemático o *construcción* previa de un modelo, esta disciplina es, ni más ni menos que **El Cálculo Vectorial.** Conviene aclarar que esta rama matemática a la que se hace referencia en este artículo no corresponde a la clásica caricatura de asignatura curricular receptora de tópicos artificiales, pragmáticos y arbitrariamente seleccionados por funcionarios que la coordinan, o lo peor … fragmentada, sino como auténtica disciplina formal, llamada de manera beligerante en el entorno de los físicos y matemáticos. **Matemática de la Física**[1]

3. Los textos irreverentes y por lo tanto … proscritos.

El señor Bruce H. Karnopp, de la Universidad de Michigan, autor del libro Introducción a la Dinámica (1974), versión en español por Representantes y Servicios de Ingeniería de Mecánica (1980), traducido por mi muy querido amigo y guía intelectual el Profesor Luis Ordóñez Reyna[1], quien me lo regaló y lo cuido como libro incunable, pues está agotado desde hace más de 20 años y no está en los anaqueles de las dos bibliotecas de nuestra Facultad, menciona en el prefacio:

"*Con cualquier tema tan clásico como la mecánica elemental, es difícil concebir un texto nuevo que sea tanto único como útil. El presente volumen no es excepción. En lo que intenté diferir de la mayoría de los demás textos sobre este tema es en cuanto a la organización, elección de tópicos y nivel de presentación".*

El señor Karnopp peca de modesto, ya que su libro no únicamente difiere de los textos convencionales en cuanto a cuestiones técnicas de organización, elección de tópicos y nivel de presentación. Es un libro que difiere totalmente de los clásicos para ingenieros en cuanto a su esencia en la presentación de temas. Al parecer el señor Karnopp es una persona que no le interesa negociar con editoriales que cuidan celosamente las tradiciones librescas para garantizar ventas en el mercado de libros de mecánica; en contrapartida, no me queda la menor duda de que es una persona muy preocupada por las bondades de la *enseñanza interdisciplinaria* de las ciencias básica; ya que posee esa aguda inteligencia para plantear y ocuparse de problemas tanto de Electricidad y Magnetismo, como de Hidráulica y hasta de Termodinámica. Desde luego, el tratamiento didáctico de estos tópicos es moderado, equilibrado y siempre en el contexto de la **Mecánica** y la **Matemática de la Física.**

En uno de sus ejemplos propuestos **Problema 6.71 Karnopp p200,** nos deja ver con toda claridad porqué es importante la interdisciplina en la enseñanza de la Mecánica, todavía más, porqué es importante desaparecer el **yo** termodinámico (o el **yo** mecánico) en la integración disciplinar, a fin de incorporar el **yo** colectivo o **yo** disciplinario; es decir, la incursión de sus satánicas majestades: la Mecánica, la Termodinámica y … el Cálculo Vectorial. Sirva pues, esta pequeña muestra a manera de homenaje al señor Karnopp y al profesor Ordóñez, el mejor profesor de Mecánica que he conocido en mi estancia por esta Facultad durante más de 35 años.

4. **Referentes conceptuales para resolver el problema.**

Sistema cerrado y sistema fijo, postulado de estado, definición de trabajo según la termodinámica, trabajo PV.

5. **Enunciado y descripción del problema.**

El recipiente de presión mostrado en la figura 4.65 tiene las paredes interiores lisas y contiene un gas que es biotérmico, es decir la temperatura del gas se supone que es constante.

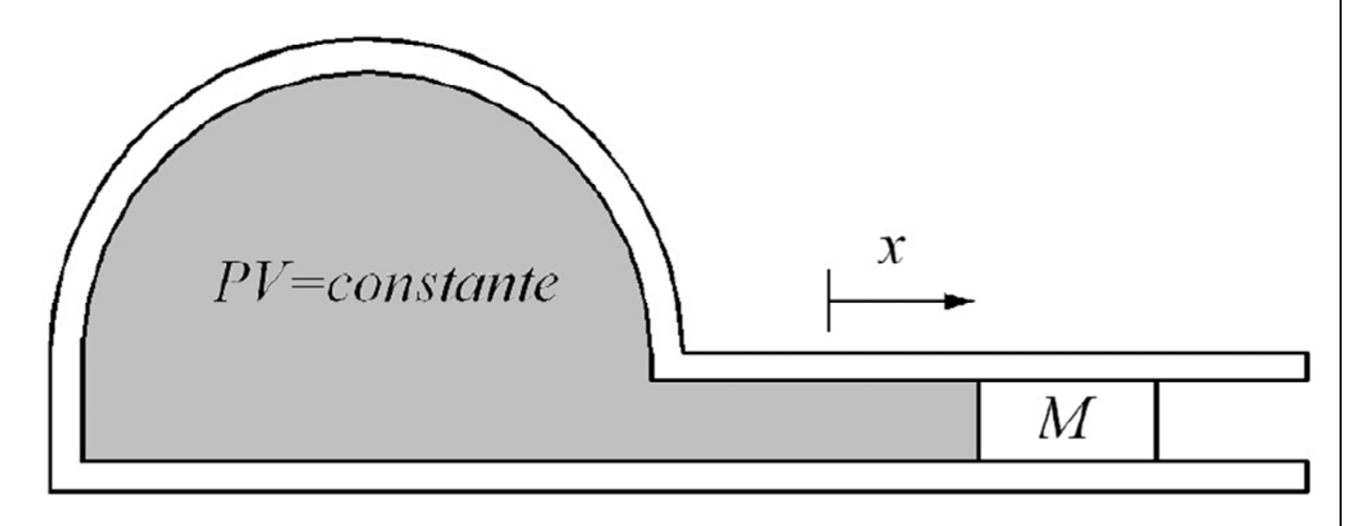


Figura 4.65

Así que

Supóngase que la presión afuera del tubo es cero. Considérese la fuerza ejercida por el gas sobre la masa

Supóngase que y son la presión y volumen del gas cuando y es el área de la sección transversal del escape del tubo.

a) Escribir la expresión para la fuerza que actúa sobre como función de .

b) Escribir una función de energía potencial para la fuerza correspondiente al inciso a).

c) Dado que tiene rapidez cero cuando encontrar su rapidez cuando .

Solución:

a) Con relación a la posición de la masa, cuando se tiene

Para cualquier posición arbitraria , se tiene que el volumen aumenta en una cantidad y la presión disminuye, por lo que también deberá cumplirse

Al establecer las igualdades en las ecuaciones (1.1) y (1.2) y despejar a se tiene

Dado que la presión está relacionada con la fuerza y la sección transversal es la constante por medio de la ecuación

De donde se contesta el inciso a)

La fuerza depende de la posición y se puede demostrar que es una fuerza conservativa ya que

Es decir

Por otro lado, la fuerza puede expresarse en función de un cierto potencial

Luego el siguiente desarrollo muestra la forma de obtener el potencial en función de variables conocidas

Por lo que el resultado del inciso b) es el siguiente

Es importante recordar que para este tipo de fuerzas conservativas, el trabajo realizado únicamente depende de la evaluación de esta función potencial en los puntos de interés, como se describe a continuación

Por último

De esta forma

Luego, al sustituir en (1.3)

Pero el trabajo realizado es igual a la variación de la energía cinética, por lo cual

Para y y por lo que la ecuación anterior queda

Al despejar

Y de esta forma queda contestado el inciso c)

HUGO SERRANO MIRANDA
PROFESOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, UNAM

http://dcb.fi.unam.mx erik2306@unam.mx

Por razones de austeridad, el tiraje del Boletín se sigue manteniendo a la mitad de lo que se acostumbraba.